

**Family list**

**1** application(s) for: **JP7321335**

**1 MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

**Inventor:** UOJI HIDEKI

**Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

**EC:**

**IPC:** *H01L21/20; H01L21/26; H01L21/324; (+10)*

**Publication info:** **JP7321335 (A)** — 1995-12-08

Data supplied from the *esp@cenet* database — Worldwide

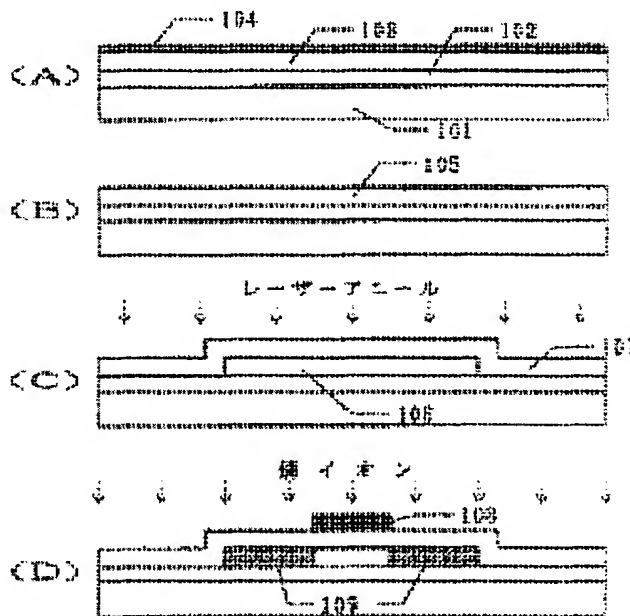
## MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

**Patent number:** JP7321335 (A)  
**Publication date:** 1995-12-08  
**Inventor(s):** UOJI HIDEKI  
**Applicant(s):** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB  
**Classification:**  
**- international:** H01L21/20; H01L21/26; H01L21/324; H01L21/336; H01L29/78; H01L29/786; H01L21/02; H01L29/66; (IPC1-7): H01L29/786; H01L21/20; H01L21/26; H01L21/324; H01L21/336  
**- european:**  
**Application number:** JP19940133632 19940524  
**Priority number(s):** JP19940133632 19940524

### Abstract of JP 7321335 (A)

**PURPOSE:** To obtain crystalline silicon through lowtemperature, short-time heat treatment by holding nickel in contact with an amorphous silicon film, then performing heating treatment and irradiating the workpiece with laser light.

**CONSTITUTION:** A silicon oxide film 102 as a base oxide film is formed on a substrate 101, and an intrinsic amorphous silicon film 103 is formed by plasma CVD. Then a layer 104 containing nickel or a nickel compound is formed on the amorphous silicon film 103 by sputtering or the like. The workpiece is heated at 550 deg.C for four hour in a nitrogen atmosphere using a heating furnace to form a crystalline silicon thin film 105 on the substrate. The silicon thin film 105 is thereafter etched to form an island region 106, and a silicon oxide film 107 as a gate oxide film is formed thereon.; Laser annealing is performed to improve the crystallinity of the silicon film. Then a gate electrode 108 is formed.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-321335

(43) 公開日 平成7年(1995)12月8日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

H01L 29/786

21/336

21/20

9056-4M

H01L 29/78

311

Y

21/26

L

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全8頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平6-133632

(22) 出願日

平成6年(1994)5月24日

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 魚地 秀貴

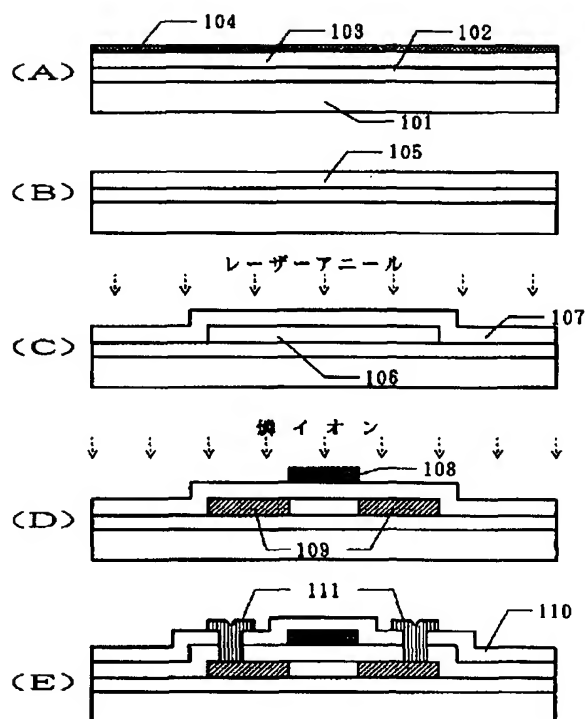
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 半導体装置の作成方法

(57) 【要約】

【目的】 ニッケルを用いて、通常よりも低温、短時間の加熱処理で結晶性珪素を得る方法において、加熱処理とレーザー光の照射を併用する。

【構成】 ガラス基板101上に形成された酸化珪素膜102上に非晶質珪素膜103を形成する。さらに、前記非晶質珪素膜103上にニッケル含有層104を設け550℃、4時間程度の加熱処理をおこない結晶性珪素膜105を得る。その後、島状領域106を形成し、該島状領域上にゲート絶縁膜107を成膜する。そして、レーザーアニールをおこない、結晶性珪素膜の結晶性と、ゲート絶縁膜の膜質を高める。以上のようにして作成した、結晶性の良い珪素膜と膜質のよいゲート絶縁膜を用いることにより、高い特性を有する半導体装置を作成することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非晶質珪素膜に実質的に接して、ニッケルもしくはニッケル化合物層を形成する工程と、熱アニールを施し、前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

結晶化した珪素膜をエッチングし、島状珪素領域を形成する工程と、

該島状珪素領域上にゲイト絶縁膜である酸化珪素膜を成膜する工程と、

該工程の後にレーザー光またはそれと同等な強光を照射し、前記珪素膜の結晶性と前記酸化珪素膜の膜質を向上せしめる工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作成方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、非晶質珪素に実質的に接して、ニッケルもしくはニッケル化合物層を形成する工程は、物理的もしくは化学的気相法によっておこなわれることを特徴とする半導体装置の作成方法。

【請求項 3】 請求項 1 において、非晶質珪素に実質的に接して、ニッケルもしくはニッケル化合物層を形成する工程は、ニッケルもしくはニッケル化合物を含有する溶液を塗布することによっておこなわれることを特徴とする半導体装置の作成方法。

【請求項 4】 請求項 1 において、ゲイト絶縁膜である酸化珪素膜は有機シランを用いた気相成長法によって形成されることを特徴とする半導体装置の作成方法。

【請求項 5】 請求項 1 において、ゲイト絶縁膜を形成する前に、珪素膜表面を酸化もしくは窒化する工程を有することを特徴とする半導体装置の作成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は結晶性を有する半導体、特に薄膜状シリコン半導体とそれを用いた半導体装置の作成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 薄膜トランジスタ (TFT) に利用される薄膜半導体としては、非晶質珪素膜を用いることが簡便である。しかし、その電気的特性が低いという問題がある。TFT の特性向上を得るためには、結晶性を有するシリコン薄膜を利用すればよい。従来、結晶性を有するシリコン膜を得るためには、まず非晶質珪素膜を形成し、しかる後に 600℃ 以上の温度で 10 時間以上の加熱によって結晶化させる方法 (固相成長法) が用いられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の加熱による結晶化は、高い温度で長時間の熱アニールが必要であり、基板としてガラス基板を用いることが困難であるという問題があった。例えばアクティブ型の液晶表示装置に用いられるコーニング 7059 ガラスはガラス歪点が 593℃ であり、基板の大面積化を考慮した場

合、600℃ 以上の加熱には問題がある。また、固相成長法のみを施した結晶性珪素膜は、膜内に結晶性を有する部分と非晶質の部分が混在した状態にあり、必ずしも結晶性が優れた珪素膜を得られるものではない。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、研究の結果、非晶質珪素膜にニッケルを微量に添加させることによって結晶化が促進され、しかる後に加熱することで 580℃ 以下の低い温度で、かつ、短時間で結晶化をおこなえることを見いだした。本発明は、非晶質珪素膜に接して非晶質珪素膜の結晶化を促進させるニッケルもしくはニッケルを含む化合物を保持させ、その状態において加熱処理を施し、非晶質珪素膜を一部または全部を結晶化させる。そして、レーザー光またはそれに準じた強い光を照射することによりさらに結晶化を促進する。こうして極めて結晶性の良好な結晶性珪素膜を得ることを特徴とする。

【0005】 また、レーザー照射の前にゲイト絶縁膜を形成しておけば、レーザー照射の際に、珪素膜の結晶性を高めることに加えて、ゲイト絶縁膜の物性をも改善することができる。以下に本発明による TFT の半導体領域の結晶化の工程を示す。まず、非晶質珪素膜をスパッタ法やプラズマ CVD 法等によって形成する。その後、結晶化を促進するニッケルもしくはニッケルを含む化合物を導入する。この方法としては、ニッケルを含む溶液を非晶質珪素膜表面に塗布する方法や、ニッケルもしくはニッケル化合物をスパッタ法等の物理的気相法によって成膜する方法、あるいは、ガス状の有機ニッケルを熱・光やプラズマによって分解・堆積させる方法 (化学的気相法) を用いればよい。

【0006】 また、この際には、後の熱アニールにおいて、ニッケルの拡散を妨げない程度の厚さの被膜が間に存在していてもよい。この場合は実質的にニッケル含有層と非晶質珪素膜は接している。ニッケルが導入されるのは、非晶質珪素膜の上面であっても下面であってもよい。非晶質珪素膜の上面にニッケルを導入するのであれば、非晶質珪素膜を形成した後に、ニッケルもしくはニッケル化合物を含む層 (ニッケル含有層) を非晶質珪素膜上に形成すればよい。その際、非晶質珪素膜とニッケル含有層の間に酸化珪素等の薄い膜を設けてもよい。また、非晶質珪素膜の下面にニッケルを導入するのであれば、非晶質珪素膜を形成する前に下地表面にニッケル含有層を形成し、その上に直接、もしくは間接に非晶質珪素膜を堆積すればよい。

【0007】 非晶質珪素膜上に結晶化を促進するニッケルおよびニッケル化合物を含有させた溶液を塗布する方法としては、溶液として水溶液、有機溶媒溶液等を用いることができる。ここで含有とは、化合物として含ませるという意味と、単に分散させることにより含ませるという意味との両方を含む。ニッケルを含む溶媒として

は、極性溶媒である水、アルコール、酸、アンモニアから選ばれたものを用いることができる。ニッケルを極性溶媒に含ませる場合、ニッケルはニッケル化合物として導入される。このニッケル化合物としては、代表的には臭化ニッケル、酢酸ニッケル、蔞酸ニッケル、炭酸ニッケル、塩化ニッケル、沃化ニッケル、硝酸ニッケル、硫酸ニッケル、蟻酸ニッケル、ニッケルアセチルアセトネート、4-シクロヘキシル酪酸ニッケル、酸化ニッケル、水酸化ニッケルから選ばれたものが用いられる。

【0008】またニッケルを含む溶媒として、無極性溶媒であるベンゼン、トルエン、キシレン、四塩化炭素、クロロホルム、エーテルから選ばれたものを用いることができる。この場合はニッケルはニッケル化合物として導入される。このニッケル化合物としては代表的には、ニッケルアセチルアセトネート、2-エチルヘキサン酸ニッケルから選ばれたものを用いることができる。また、ニッケルを含有させた溶液に界面活性剤を添加することも有用である。これは、被塗布面に対する密着性を高め吸着性を制御するためである。この界面活性剤は予め被塗布面上に塗布するのでもよい。

【0009】以上述べたのは、ニッケルが完全に溶解した溶液を用いる例であるが、ニッケルが完全に溶解していなくとも、ニッケル単体あるいはニッケルの化合物からなる粉末が分散媒中に均一に分散したエマルジョンの如き材料を用いてもよい。または酸化膜形成用の溶液を用いるのでもよい。このような溶液としては、東京応化工業株式会社のOCD (Ohka Diffusion Source) を用いることができる。このOCD溶液を用いれば、被形成面上に塗布し、200℃程度でバークすることで、簡単に酸化珪素膜を形成できる。また不純物を添加することも自由であるので、本発明に利用することができる。

【0010】このニッケルを含有させる溶液溶媒として水の如き極性溶媒を用いた場合において、非晶質珪素膜にこれら溶液を直接塗布すると、溶液が弾かれてしまうことがある。この場合は、100Å以下の薄い酸化膜をまず形成し、その上にニッケルを含有させた溶液を塗布することで、均一に溶液を塗布することができる。また、界面活性剤の如き材料を溶液中に添加する方法により濡れを改善する方法も有効である。また、溶液として2-エチルヘキサン酸ニッケルのトルエン溶液の如き無極性溶媒を用いることで、非晶質珪素膜表面に直接塗布することができる。この場合にはレジスト塗布の際に使用されている密着剤の如き材料を予め塗布することは有効である。しかし塗布量が多過ぎる場合には逆に非晶質珪素中へのニッケルの添加を妨害してしまうために注意が必要である。

【0011】溶液に含ませるニッケルの量は、その溶液の種類にも依存するが、概略の傾向としてはニッケル量として溶液に対して200ppm~1ppm、好ましくは50ppm~1ppm (重量換算) とすることが望ま

しい。これは、結晶化終了後における膜中のニッケル濃度や耐フッ酸性に鑑みて決められる値である。ニッケル含有層形成後、400~580℃、好ましくは、450~550℃で熱アニールをおこなう。この工程により、ニッケルが非晶質珪素膜に拡散し、非晶質珪素膜が結晶化する。その後、結晶性珪素膜をエッチングし、半導体領域となる島状領域を形成する。さらにこの上に、ゲイト絶縁膜として酸化珪素膜をプラズマCVD等によって形成する。

【0012】この状態でレーザー光の照射をおこなうことによって、加熱処理によって結晶化された珪素膜の結晶性をさらに高くすることができる。また、加熱処理によって部分的に結晶化を生じせしめた場合には、レーザー光の照射によってその部分からさらに結晶成長をおこなわせ、より結晶性の高い状態を実現することができる。例えば、ニッケルの導入量が少ない場合、結晶化は微小な点々とした領域において発生する。この状態は、全体として見れば結晶性を有する成分と非晶質の成分とが混在する状態ということもできる。ここでレーザー光を照射することによって、この結晶性を有する成分に存在する結晶核から結晶成長をおこなわすことができ、結晶性の高い珪素膜を得ることができる。即ち、小さな結晶粒を大きな結晶粒へと成長させることができる。このように、レーザー光の照射による結晶性の助長の効果は、結晶化が不完全な珪素膜の場合に特に顕著となる。

【0013】なお、上記の工程において、ゲイト絶縁膜上からレーザー光を照射することにより、ゲイト絶縁膜である酸化珪素膜の膜質を向上せしめることができる。例えば、膜中に含まれる炭素や炭化水素基を排除することができる。これらのものはゲイト絶縁膜中でトラップセンターとなり、TFETの特性に悪影響を及ぼす。特に、テトラ・エトキシ・シラン (TEOS) 等の有機シランを用いてゲイト絶縁膜を成膜した場合には、これらを除去することが必要とされた。これらを効果的に除去するには、酸素等の酸化性の気体中でレーザー照射をおこなえばよい。また、ゲイト絶縁膜の表面に吸着した水分等を除去する上でも効果的である。またレーザー光の照射の代わりに、強光特に赤外光を照射する方法を採用してもよい。赤外光はガラスには吸収されにくく、珪素薄膜に吸収されやすいので、ガラス基板上に形成された珪素薄膜を選択的に加熱することができ有用である。この赤外光を用いる方法は、ラピッド・サーマス・アニール (RTA) またはラピッド・サーマル・プロセス (RTP) と呼ばれる。

【0014】また、ニッケルもしくはニッケル化合物をを選択的に導入することにより、結晶成長を選択的に行なうことができる。特にこの場合、ニッケルが導入されなかった領域に向かって、ニッケルが導入され領域から珪素膜の面に概略平行な方向に結晶成長をおこなわせしめることができる。この珪素膜の面に概略平行な方向に

結晶成長がおこなわれた領域を本明細書中においては横方向に結晶成長した領域ということとする。横方向に結晶成長が行なわれた領域は、ニッケルの濃度が低いことが確かめられている。半導体装置の活性層領域として、結晶性珪素膜を利用することは有用であるが、活性層領域中におけるニッケル等の不純物の濃度は一般に低い方が好ましい。従って、上記横方向に結晶成長が行なわれた領域を用いて半導体装置の活性層領域を形成することはデバイス作製上有用である。

【 0 0 1 5 】

【実施例】

【実施例 1】図 1 に本実施例を示す。まず、基板 1 0 1 (コーニング 7 0 5 9、3 0 0 mm×4 0 0 mmもしくは 1 0 0 mm×1 0 0 mm) に下地酸化膜として厚さ 1 0 0 0 ~ 5 0 0 0 Å、例えば、2 0 0 0 Å の酸化珪素膜 1 0 2 を形成した。この酸化膜の形成方法としては、酸素雰囲気中でのスパッタ法を使用した。しかし、より量産性を高めるには、TEOS をプラズマ CVD 法で分解・堆積して形成してもよい。また、このように形成した酸化珪素膜 1 0 2 を 4 0 0 ~ 6 5 0 °C でアニールしてもよい。

【 0 0 1 6 】 つぎに、実質的真性な非晶質珪素膜をプラズマ CVD 法や LPCVD 法によって 1 0 0 ~ 1 5 0 0 Å 形成する。ここでは、プラズマ CVD 法によって非晶質珪素膜 1 0 3 を 1 0 0 0 Å の厚さに成膜した。その後、非晶質珪素膜上に数~数十 Å のニッケルもしくはニッケル化合物を含む層 (ニッケル含有層) を形成する。ニッケル含有層を作製するにはニッケルを含有した溶液を塗布したのち、乾燥させる方法 (例えば、スピンコーティング法や、ディッピング法) や、ニッケルもしくはニッケル化合物をスパッタリング法によって成膜する方法、あるいは、ガス状の有機ニッケルを熱・光やプラズマによって分解・堆積させる方法 (気相成長法) によって形成すればよい。ここでは、スピンコーティング法によって成膜した。

【 0 0 1 7 】 まず、非晶質珪素膜上に、酸素雰囲気中での UV 光の照射、熱酸化法、過酸化水素による処理等によって、酸化膜を 1 0 ~ 5 0 Å に成膜する。ここでは、酸素雰囲気中での UV 光の照射により酸化膜を 2 0 Å に成膜した。この酸化膜は、後のニッケルを含んだ酢酸塩溶液を塗布する工程で、非晶質珪素膜の表面全体に酢酸塩溶液を行き渡らせるため、即ち濡れ性の改善の為のものである。つぎに、酢酸塩溶液中にニッケルを添加した酢酸塩溶液を作った。ニッケルの濃度は 2 5 ppm とした。そして、回転させた基板上にこの酢酸塩溶液を基板表面上に 2 ml 滴下し、この状態を 5 分間保持してこの酢酸ニッケル溶液を均一に基板上に行き渡らせた。その後、基板の回転数を上げてスピンドライ (2 0 0 0 rpm、6 0 秒) をおこなった。

【 0 0 1 8 】 酢酸溶液中におけるニッケルの濃度は、1

ppm 以上であれば実用になる。このニッケル溶液の塗布工程を、1 回~複数回行なうことにより、スピンドライ後の非晶質珪素膜の表面に 2 0 Å の平均の膜厚を有する酢酸ニッケル層 1 0 4 を形成することができる。なお、この層というのは、完全な膜になっているとは限らない。他のニッケル化合物を用いても同様にできる。

(図 1 (A))

本実施例においては、非晶質珪素膜上にニッケルもしくはニッケル化合物を導入する方法を示したが、非晶質珪素膜下にニッケルもしくはニッケル化合物を導入する方法を採用してもよい。この場合は、非晶質珪素膜の成膜前にニッケルもしくはニッケル化合物を含有した溶液を用いて、下地膜上にニッケルもしくはニッケル化合物を導入すればよい。

【 0 0 1 9 】 それから、加熱炉において、窒素雰囲気中において 5 5 0 °C、4 時間の加熱処理をおこなった。この結果、基板上に形成された結晶性を有する珪素薄膜 1 0 5 を得ることができた。(図 1 (B))

その後、このようにして結晶化させた珪素膜 1 0 5 をエッチングして島状領域 1 0 6 を形成した。さらに、この上にゲイト絶縁膜として、プラズマ CVD 法によって厚さ 7 0 0 ~ 1 5 0 0 Å、例えば、1 2 0 0 Å の酸化珪素膜 1 0 7 を形成した。

【 0 0 2 0 】 そして、より結晶性の良い珪素膜を得るためにレーザーアニールをおこなった。このとき用いられるレーザーとしては、各種エキシマレーザーのごとき紫外線レーザーや、Nd : YAG レーザー、Nd : ガラスレーザー、ルビーレーザーのごとき赤外線レーザー、可視光線レーザーがよい。いずれもパルスレーザーであることが好ましい。本実施例では、KrF エキシマレーザー (波長 2 4 8 nm、パルス幅 3 0 nsec) を窒素雰囲気中において 2 0 0 ~ 3 5 0 mJ/cm<sup>2</sup> のパワー密度で 1 ~ 5 0 ショット、好ましくは 1 ~ 1 0 ショット照射し、珪素膜の結晶性をさらに向上させた。また、この工程において、酸化珪素膜の膜質の向上もおこなわれた。

(図 1 (C))

その後、厚さ 1 0 0 0 Å ~ 3 μm、例えば、5 0 0 0 Å の燐をドーブした多結晶珪素膜を LPCVD 法によって形成して、これをエッチングし、ゲイト電極 1 0 8 を形成した。

【 0 0 2 1 】 そして、イオンドーピング法によって、島状珪素膜に、ゲイト電極部をマスクとして自己整合的に不純物 (ここでは燐) を注入した。この場合のドーズ量は 1 × 1 0<sup>14</sup> ~ 5 × 1 0<sup>17</sup> 原子/cm<sup>2</sup>、加速電圧は 1 0 ~ 9 0 kV、例えば、2 × 1 0<sup>15</sup> 原子/cm<sup>2</sup>、加速電圧は 8 0 kV とした。この結果、燐が導入された領域 1 0 9 (ソース/ドレイン) が形成された。さらに、KrF エキシマレーザー (波長 2 4 8 nm、パルス幅 2 0 nsec) を照射して、ドーピングされた不純物の活性化をおこなった。レーザーのエネルギー密度は 2 0 0 ~

400 mJ/cm<sup>2</sup>、好ましくは250~300 mJ/cm<sup>2</sup>が適当であった。この工程は熱アニールによっておこなってもよい。(図1(D))

【0022】次に、層間絶縁膜として、プラズマCVD法により酸化珪素膜110を3000 Åの膜厚で成膜した。このとき、原料ガスにTEOSと酸素、もしくはモノシランと亜酸化窒素を用いた。そして、層間絶縁膜110、ゲイト絶縁膜107のエッチングをおこない、ソース/ドレインにコンタクトホールを形成した。その後、アルミニウム膜をスパッタ法によって形成して、これをエッチングし、ソース/ドレイン電極111を形成し、TFTを作成した。TFT形成後、不純物領域の活性化のために、さらに200~400℃で水素アニールをおこなってもよい。

【0023】〔実施例2〕図2に本実施例を示す。まず、基板201に下地酸化膜として厚さ1000~5000 Å、例えば、2000 Åの酸化珪素膜202を形成した。ここでは、TEOSをプラズマCVD法で分解・堆積して形成した。また、このように形成した酸化珪素膜を400~650℃でアニールしてもよい。つぎに、実質的真性な非晶質珪素膜203をプラズマCVD法やLPCVD法によって100~1500 Å形成する。ここでは、プラズマCVD法によって非晶質珪素膜203を500 Åの厚さに成膜した。

【0024】その後、非晶質珪素膜203上に数~数十Åのニッケルもしくはニッケル化合物を含む層204(ニッケル含有層)を形成する。本実施例においては、スパッタ法によってニッケル層204を20 Åの膜厚に成膜した。なお、この層というのは、完全な膜になっているとは限らない。(図2(A))

本実施例においては、非晶質珪素膜上にニッケルを導入する方法を示したが、非晶質珪素膜下にニッケルを導入する方法を採用してもよい。この場合は、非晶質珪素膜の成膜前に、下地膜上にニッケルをスパッタ法等によって導入すればよい。そして、加熱炉において、窒素雰囲気中において550℃、4時間の加熱処理をおこなった。この結果、基板上に形成された結晶性を有する珪素薄膜205を得ることができた。(図2(B))

【0025】その後、このようにして結晶化させた珪素膜205をエッチングして島状領域206、207を形成した。島状領域形成後、珪素膜表面の改善のため、熱酸化もしくは熱窒化を施し、珪素膜表面に酸化珪素膜もしくは窒化珪素膜を5~100 Å形成してもよい。この時、熱酸化であれば酸素雰囲気中で530~600℃、0.5~3時間、例えば、550℃、1時間の熱処理をおこなう。また、熱窒化の場合は、窒素雰囲気中もしくはアンモニア雰囲気中において、熱酸化と同様の熱処理をおこなえばよい。さらに、この上にゲイト絶縁膜として、プラズマCVD法によって厚さ700~1500 Å、例えば、1200 Åの酸化珪素膜208を形成し

た。ゲイト絶縁膜形成後、ゲイト絶縁膜表面の改善のため、島状領域形成後と同様に熱酸化もしくは熱窒化をおこなってもよい。

【0026】そして、より結晶性の良い珪素膜を得るためにレーザーアニールをおこなった。本実施例では、KrFエキシマレーザー(波長248 nm、パルス幅30 nsec)を窒素雰囲気中において200~350 mJ/cm<sup>2</sup>のパワー密度で1~50ショット、好ましくは1~10ショット照射し、島状珪素膜206、207の結晶性をさらに向上させた。また、この工程において、酸化珪素膜の膜質の向上もおこなわれた。(図2(C))その後、厚さ1000 Å~3 μm、例えば、5000 Åのアルミニウム(1 wt%のSi、もしくは0.1~0.3 wt%のSc(スカンジウム)を含む)膜をスパッタ法によって形成して、これをエッチングし、ゲイト電極209、210を形成した。

【0027】つぎに、イオンドーピング法によって、島状珪素膜206、207に、ゲイト電極部をマスクとして自己整合的に不純物を注入した。ここでは、N型不純物として燐を、P型不純物としてホウ素を用いた。まず、全面に燐を注入した。この場合のドーズ量は1×10<sup>14</sup>~5×10<sup>17</sup>原子/cm<sup>2</sup>、加速電圧は10~90 kV、例えば、1×10<sup>15</sup>原子/cm<sup>2</sup>、加速電圧は80 kVとした。この結果、燐が導入された領域211、212が形成された。(図2(D))

つぎに、フォトレジスト213でNチャネル型TFTの領域を覆ってホウ素を注入した。この結果、ホウ素が導入された領域214が形成された。この場合のドーズ量は、N型不純物の数~数十倍、ここでは、4×10<sup>15</sup>原子/cm<sup>2</sup>とした。(図2(E))

【0028】さらに、KrFエキシマレーザー(波長248 nm、パルス幅20 nsec)を照射して、ドーピングされた不純物の活性化をおこなった。レーザーのエネルギー密度は200~400 mJ/cm<sup>2</sup>、好ましくは250~300 mJ/cm<sup>2</sup>が適当であった。なお、本実施例ではゲイト電極209、210にアルミニウムを用いたため、耐熱性の点で問題があり、実施することが困難であるが、耐熱性の良い材料でゲイト電極を構成した場合には、レーザー照射による代わりに、熱アニールによっておこなってもよい。次に、層間絶縁膜として、プラズマCVD法により酸化珪素膜215を3000 Åの膜厚で成膜した。このとき、原料ガスにTEOSと酸素、もしくはモノシランと亜酸化窒素を用いた。

【0029】そして、層間絶縁膜、ゲイト絶縁膜のエッチングをおこない、ソース/ドレインにコンタクトホールを形成した。その後、アルミニウム膜をスパッタ法によって形成して、これをエッチングし、ソース/ドレイン電極216~219を形成し、CMOS型のTFTを作成した。TFT形成後、不純物領域の活性化のために、さらに200~400℃で水素アニールをおこなっても

よい。

【0030】〔実施例3〕図3に本実施例を示す。まず、基板301に下地酸化膜として厚さ1000~5000Å、例えば、2000Åの酸化珪素膜302を形成した。ここでは、TEOSをプラズマCVD法で分解・堆積して形成した。つぎに、実質的真性な非晶質珪素膜303をプラズマCVD法によって100~1500Å、例えば、800Åの厚さに成膜した。その後、非晶質珪素膜303上に、プラズマCVD法によって500~2000Å、例えば、1000Åの酸化珪素膜304

を成膜した。そして、酸化珪素膜304を選択的にエッチングして、非晶質珪素膜303の露出した領域を形成した。

【0031】そして、実施例1に示した方法によりニッケル酢酸塩溶液を塗布して、20Åの平均の膜厚を有する酢酸ニッケル層305を形成した。なお、この層というのは、完全な膜になっているとは限らない。他のニッケル化合物を用いても同様にできる。ここで、スパッタ法などによってニッケルを導入してもかまわない。(図3(A))

それから、加熱炉において、窒素雰囲気中において550℃、8時間の加熱処理をおこなった。この際、非晶質珪素膜303上に選択的に設けられた酸化珪素膜304をマスクとして、非晶質珪素膜303にニッケルが選択的に導入され、該部分から非晶質珪素が横方向に結晶化した。

【0032】その後、酸化珪素膜304を除去し、さらに、先の工程で結晶化させた珪素膜をエッチングして島状領域306を形成した。島状領域形成後、珪素膜表面の改善のため、熱酸化(酸素雰囲気中で550℃、1時間)を施し、珪素膜表面に酸化珪素膜を40Å形成した。(図においては省略)

さらに、この上にゲイト絶縁膜として、プラズマCVD法によって厚さ700~1500Å、例えば、1200Åの酸化珪素膜307を形成した。ゲイト絶縁膜形成後、ゲイト膜表面の改善のため、島状領域形成後と同様に熱酸化をおこなった。

【0033】そして、より結晶性の良い珪素膜を得るためにレーザーアニールをおこなった。本実施例では、KrFエキシマレーザ(波長248nm、パルス幅30ns)を窒素雰囲気中において200~350mJ/cm<sup>2</sup>のパワー密度で1~50ショット、好ましくは1~10ショット照射し、珪素膜の結晶性をさらに向上させた。また、この工程において、酸化珪素膜の膜質の向上もおこなわれた。(図3(B))

その後、厚さ1000Å~3μm、例えば、5000Åのアルミニウム(1wt%のSi、もしくは0.1~0.3wt%のSc(スカンジウム)を含む)膜をスパッタ法によって形成して、これをエッチングし、ゲイト電極308およびゲイト配線309を形成した。

【0034】次に基板をpH≒7、1~3%の酒石酸のエチレングリコール溶液に浸し、白金を陰極、このアルミニウムのゲイト電極を陽極として、陽極酸化を行った。陽極酸化は、最初一定電流で220Vまで電圧を上げ、その状態で1時間保持して終了させた。本実施例においては、陽極酸化膜310、311の厚さを500Åとした。その後、イオンドーピング法によって、島状シリコン膜に、ゲイト電極部をマスクとして自己整合的に不純物(ここでは燐)を注入し、低濃度不純物領域312(LDD)を形成した。ドーズ量は1×10<sup>13</sup>~5×10<sup>14</sup>原子/cm<sup>2</sup>、加速電圧は10~90kV、例えば、ドーズ量を5×10<sup>13</sup>原子/cm<sup>2</sup>、加速電圧は80kVとした。(図3(C))

【0035】そして、プラズマCVD法によって、酸化珪素膜313を堆積した。ここでは、原料ガスにTEOSと酸素、もしくはモノシランと亜酸化窒素を用いた。酸化珪素膜の厚さはゲイト電極・配線の高さによって最適な値が異なる。例えば、本実施例のごとく、ゲイト電極308およびゲイト配線308の高さが陽極酸化膜310、311も含めて約5000Åの場合には、その1/3~2倍の2000Å~1.2μmが好ましい。ここでは、6000Åとした。この成膜工程においては、平坦部での膜厚の均一性ととも、ステップカバレッジが良好であることも要求される。(図3(D))

次に、公知のRIE法による異方性ドライエッチングをおこなうことによって、この酸化珪素膜313のエッチングをおこなった。このエッチングはゲイト絶縁膜307までエッチングが達した時点で終了した。以上の工程によって、ゲイト電極・配線の側面には概略三角形の絶縁物314、315(サイドウォール)が残った。

【0036】その後、再び、イオンドーピング法によって、燐を導入した。この場合のドーズ量は、先の工程のドーズ量より1~3桁多いことが好ましい。本実施例では、最初の燐のドーピングのドーズ量の40倍の2×10<sup>15</sup>原子/cm<sup>2</sup>とした。加速電圧は80kVとした。この結果、高濃度の燐が導入された領域316(ソース/ドレイン)が形成され、また、サイドウォール314の下部には低濃度領域317(LDD)が残された。

(図3(E))

さらに、KrFエキシマレーザ(波長248nm、パルス幅20ns)を照射して、ドーピングされた不純物の活性化をおこなった。レーザーのエネルギー密度は200~400mJ/cm<sup>2</sup>、好ましくは250~300mJ/cm<sup>2</sup>が適当であった。

【0037】最後に、全面に層間絶縁物として、CVD法によって酸化珪素膜318を厚さ5000Å形成した。そして、TFTのソース/ドレインにコンタクトホールを形成し、2層目のアルミニウム配線・電極318、319を形成した。アルミニウム配線の厚さはゲイト電極・配線とほぼ同じ、4000~6000Åとし



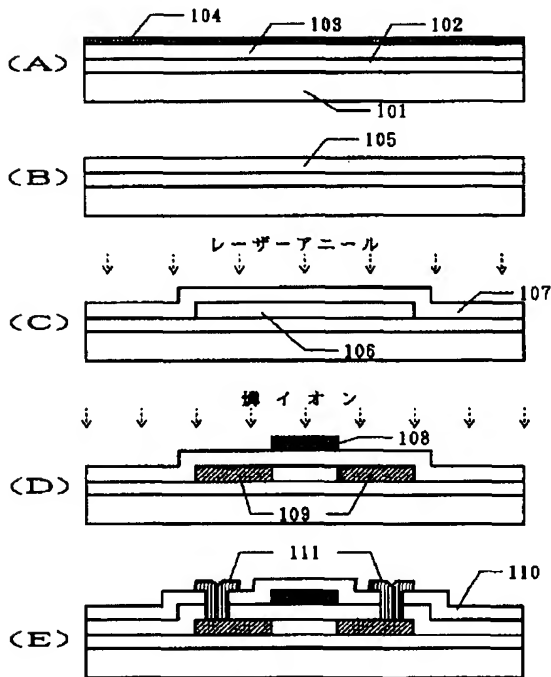
た。(図3 (F))

以上の工程によって、Nチャネル型のLDDを有するTFTが完成された。不純物領域の活性化のために、さらに200～400℃で水素アニールをおこなってもよい。2層目配線はゲイト配線を乗り越える部分での段差が、サイドウォールの存在によって緩やかになっているため、2層目の配線の厚さがゲイト電極・配線とほぼ同じであるにも関わらず、段切れはほとんど観察されなかった。

#### 【0038】

【発明の効果】本発明は、非晶質珪素膜にニッケルを添加することにより、従来の固相成長法よりも、低温かつ短時間で結晶化させることができ、さらにレーザー光もしくは強光を照射することによって、より珪素膜の結晶性を高めるという意味で画期的なもので、産業にもたらす利益は図りしえないものである。このように本発明は工業上、有益であり、特許されるにふさわしいものである。

【図1】



る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1の工程を示す。

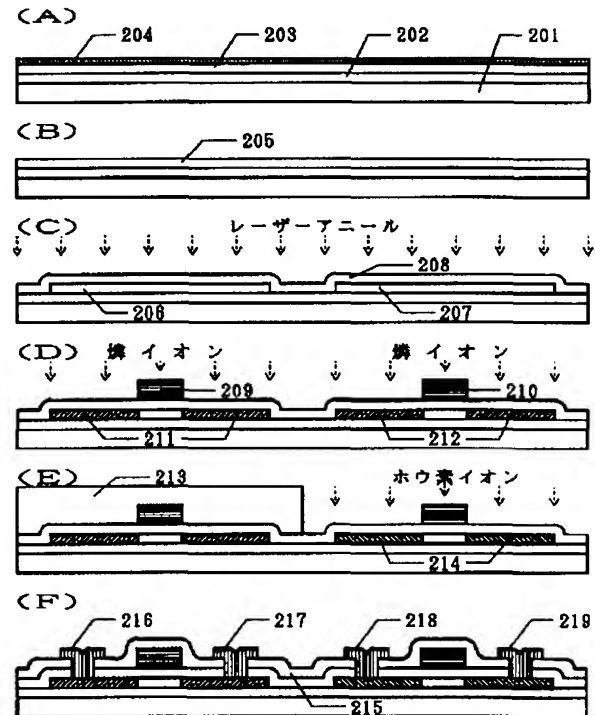
【図2】 実施例2の工程を示す。

【図3】 実施例3の工程を示す。

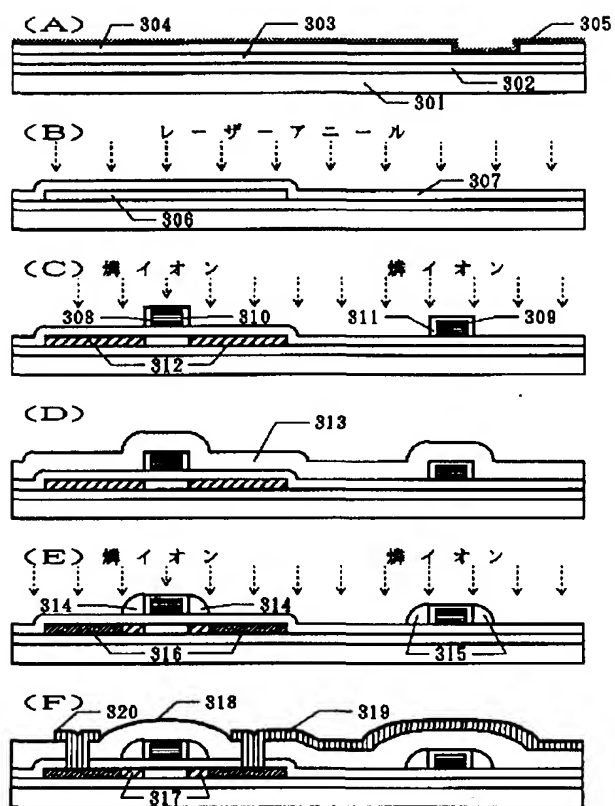
#### 【符号の説明】

- 101・・・ガラス基板
- 102・・・酸化珪素膜
- 103・・・非晶質珪素膜
- 104・・・ニッケル含有層
- 105・・・結晶性珪素膜
- 106・・・島状領域
- 107・・・ゲイト絶縁膜
- 108・・・ゲイト電極
- 109・・・ソース/ドレイン領域
- 110・・・層間絶縁膜
- 111・・・ソース/ドレイン電極

【図2】



【図 3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H 0 1 L 21/26

21/324

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

D